

Distribución espacial de la densidad de madrigueras de cigala (*Nephrops norvegicus*) en el Golfo de Cádiz y su relación con variables ambientales

Spatial distribution of the Norway lobster (Nephrops norvegicus) burrow density in the Gulf of Cadiz and its relationship with environmental variables

Y. Vila (1), C. Farias (1), C. Burgos (1), M. Soriano (1), J.L. Rueda (2), M. Gallardo (2), N. López-Gonzalez (2), P. Tuite (2) & I. Sobrino (1)

(1) Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Cádiz, Puerto pesquero, Muelle de Levante, s/n, 1006 Cádiz, España. yolanda.vila@cd.ieo.es

(2) Instituto Español de Oceanografía, C.O. Málaga, Puerto Pesquero s/n, 29640 Fuengirola, Málaga. España.

Abstract: *Nephrops norvegicus* is an important commercial decapod in the NE Atlantic and the Mediterranean Sea. It constructs and inhabits burrow complexes in suitable muddy sediments. This study shows the spatial distribution of the density of burrows of *Nephrops* estimated using Underwater TV survey methodology as well as the spatial distribution of temperature and salinity at the bottom, organic matter content and the percentage of the different grain size fraction in the sediment in the Gulf of Cadiz. In addition, a Principal Component Analysis were carried out in order to establish the relationships between the burrow density and the different environmental variables.

Key words: *Nephrops*, burrow density, sediment, underwater TV survey, environmental variables

1. INTRODUCCIÓN

La cigala *Nephrops norvegicus* es uno de los crustáceos decápodo de mayor importancia comercial en el Atlántico NE, incluyendo el golfo de Cádiz, y en el Mediterráneo (Farmer, 1975). Se distribuye en un rango de profundidad comprendido entre los 15 y los 800 m. A diferencia de las poblaciones del Atlántico NE en donde se localizan principalmente en la plataforma continental (Bailey *et al.*, 1993), la cigala del golfo de Cádiz se extiende desde los 200 a los 700 m (Ramos *et al.*, 1996) más en consonancia con las poblaciones del Mediterráneo (Maynou & Sardá, 1997). Se trata de una especie epibentónica que habita en madrigueras que ellas mismas construyen formando agregaciones sobre sustrato arenoso-fangoso. Por tanto, la naturaleza heterogénea del sedimento puede afectar a las características de la población de una especie sedentaria como es la cigala (Maynou & Sardá, 1997; Campbell *et al.*, 2009). Así, se ha demostrado una relación entre las características del sedimento y la densidad de la población o la morfometría de los individuos (Tully & Hillis, 1995; Afonso-Dias, 1998).

En este trabajo se estudiará la distribución espacial de la densidad de madrigueras, la composición del sustrato, la temperatura y la salinidad en el golfo de Cádiz. Asimismo, se estudiará la relación entre la densidad de cigala y dichas variables ambientales.

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Diseño de campaña

La campaña exploratoria ISUNEPCA_0814 se desarrolló del 22 de agosto al 2 de septiembre de 2014 en aguas del golfo de Cádiz a bordo del B/O Ángeles Alvariño del IEO. El área prospectada se circunscribe a la plataforma y talud en el rango de profundidad comprendido entre los 140 y 640 m. Esta área fue delimitada a partir del análisis de los VMS (Vessel Monitoring System) de la flota de arrastre del golfo de Cádiz dirigida a la captura de cigala (2011-2013) y de la información sobre la distribución de esta especie obtenida a partir de la serie de campañas ARSA (1994-2013).

La parrilla de estaciones empleada siguió un muestreo isométrico aleatorio con una separación equidistante entre estaciones de 5 mn cubriendo el área de distribución de la cigala (Fig. 1). Se planearon un total de 42 estaciones de las cuales 7 fueron consideradas como de reserva. En cada una de las estaciones se obtuvieron imágenes de video, datos de temperatura y salinidad, así como muestras de sedimento.

2.2. Estimaciones de densidad de madrigueras de cigala

Las imágenes de video submarino se tomaron con un trineo fotogramétrico TST-HORUS con un diseño basado en Shand & Priestley (1999) de acuerdo con las recomendaciones del WGNPHTV (ICES, 2007).

Así, la cámara de video se dispuso con una inclinación de 45° respecto al fondo y el campo de visión fue de 75 cm quedando confirmado por dos punteros láser. Una vez el trineo estuvo estable en el fondo, fue arrastrado a una velocidad media de 0.5 nudos sin cambiar el rumbo durante 13 minutos. Las posiciones de inicio y fin del transecto fueron registrados gracias al sistema de posicionamiento acústico HiPAP 500, permitiendo así el cálculo de la distancia recorrida por el trineo en cada estación.

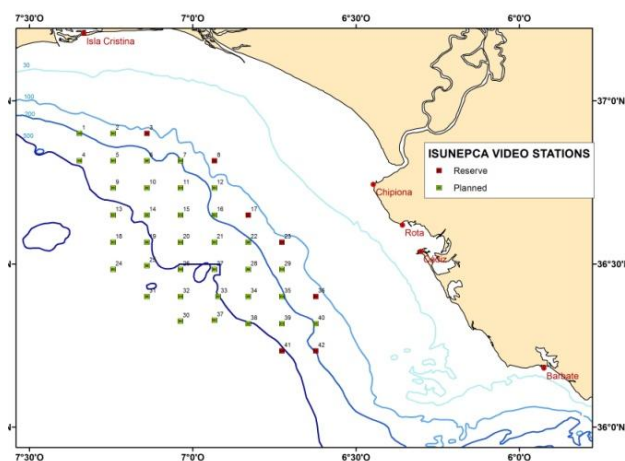


Fig. 1. Parrilla de estaciones de la campaña ISUNEPCA_0814.

Los videos de cada una de las estaciones fueron visionados por dos científicos entrenados independientemente uno de otro. Se contaron los sistemas de madrigueras más que entradas individuales que forman parte de un único sistema, como aquellos que atraviesan la línea inferior de la pantalla y caen dentro del campo de visión determinado por los dos láseres. En los casos en los que la mitad o más de la mitad del sistema aparecen en los bordes del campo de visión no fueron contados. Los sistemas de madrigueras de cigala fueron cuantificados en bloques de 1 minuto. Se asume que cada sistema de madrigueras representa un individuo y que el 100% de ellas están ocupadas. Después de completar todos los conteos, los lectores revisaron de nuevo los videos de manera conjunta para llegar a un consenso en el número de sistemas de madrigueras.

La estima de la densidad de cigala de cada estación se calculó como el número de sistemas de madrigueras estandarizado a la superficie barrida durante el transecto. La abundancia total vendrá dada por la densidad media ponderada al área total prospectada.

2.3. Análisis de temperatura y salinidad

Los datos de temperatura y salinidad de cada estación fueron registrados con un CTD (SBE 37 SM) acoplado al trineo durante el arrastre en cada estación. Después del filtrado de la matriz de datos para eliminar los registros correspondientes a la largada y virada del trineo se estimó la temperatura y

la salinidad media por estación. Asociando estas estimaciones al punto medio de cada uno de los transectos se obtuvo la distribución espacial mediante análisis geoestadístico y posterior interpolación con *kriging* ordinario.

2.4. Análisis de sedimento

Para la obtención de las muestras de sedimento en cada una de las estaciones, se empleó una draga meso box-corer de 30x30 cm (0,09 m²). De cada muestra se tomó un subtestigo de 17,5x0,5 cm (0,018 m²) del cual se cogieron 2 muestras de los primeros 10 cm, una para el análisis granulométrico y otra para el contenido en materia orgánica (MO) que fueron congeladas inmediatamente para ser procesadas posteriormente en el laboratorio.

El contenido en MO del sedimento se obtuvo como la diferencia entre el peso seco menos el peso calcinado (4 h a 550°). En cuanto al análisis granulométrico, la muestra una vez tratada con peróxido de hidrógeno, se dividió en dos fracciones mediante tamizado en húmedo a través de un tamiz de 63 µm de luz de malla. El análisis de la fracción gruesa (>63 µm, arena y grava) se realizó mediante columna de tamices de luz de malla decreciente (>2, 1, 0.5, 0.25, 0.125 y 0.063 µm), registrando el peso de las distintas fracciones retenidas en cada tamiz para calcular los porcentajes en peso de sedimento. La fracción fina (<63 µm, limo y arcilla) se analizó con un analizador de tamaño de partículas por difracción láser (Mastersizer 3000, Malvern®). Una vez obtenida la distribución de tamaños de grano, se agruparon según las clases granulométricas propuestas por Wentworth (1922) en grava (>2 mm), arena (2 mm-63 µm), limo (63-4 µm), y arcilla (<4 µm).

La clasificación textural del sedimento se analizó utilizando los diagramas ternarios propuestos por Folk (1954) y Shepard (1954) para describir los diferentes tipos de sedimentos en función del contenido en arena, limo y arcilla. La estimación de los diferentes indicadores estadísticos de la granulometría del sedimento tales como la moda, la mediana o el grado de selección se realizó mediante el programa estadístico GRADISTAT (Bolt & Pye, 2001).

2.5. Relación entre la abundancia de cigala y las variables ambientales

Las relaciones existentes entre la densidad de madrigueras y las diferentes variables ambientales (temperatura, salinidad, profundidad, % MO, % arena, grava, arcilla y limo) se abordó mediante un Análisis de Componentes Principales.

3. RESULTADOS

La densidad de madrigueras de cigala para cada una de las estaciones se muestra en la fig. 2. La densidad media de madrigueras estimada en la campaña fue de 0,10 madrigueras/m² con un rango de observaciones entre 0 y 0,3 madrigueras/m². El número total de madrigueras contadas durante la campaña ponderados al área total prospectada (2816 Km²) y asumiendo 100% de ocupación fue estimado en 294 millones de individuos según el método del área barrida.

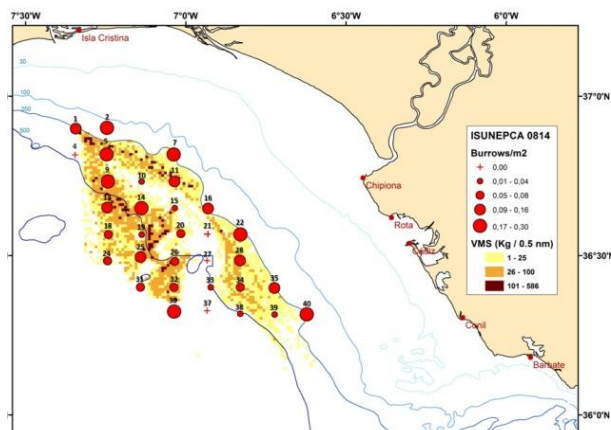


Fig. 2. Densidad de madrigueras por estación sobre la distribución de la actividad pesquera dirigida a cigala basada en el análisis de VMS.

El análisis granulométrico de cada una de las estaciones muestra que en general, el sedimento del área prospectada del golfo de Cádiz está poco clasificado y presenta un pequeño tamaño de grano perteneciendo al grupo textural de las arenas y los fangos. La distribución espacial de la frecuencia de tamaño de grano y el porcentaje de cada fracción de sedimento se muestran en las fig. 3 y fig. 4.

Los resultados del análisis del contenido en MO muestran valores que varían entre un mínimo de 2,43% y un máximo de 10,86%. La zona norte del área prospectada, predominan sedimentos con bajo contenido en MO disminuyendo el porcentaje hacia el noroeste mientras que la zona sur se caracteriza por sedimentos con un mayor contenido en MO. Los valores de MO más altos aparecen fundamentalmente al suroeste del área prospectada y en la estación más somera frente a Cádiz.

Las variaciones espaciales de la temperatura y la salinidad en el área prospectada fueron muy leves observándose un gradiente dependiente de la profundidad. La temperatura varió solo alrededor de un grado oscilando entre 13 °C y 14 °C. El agua más cálida se observó sobre la isóbata de 200 m frente a la desembocadura del Guadalquivir mientras que la más fría aparece en la zona más profunda al suroeste del área prospectada (Fig 5).

En relación a la distribución espacial de la salinidad, se observa una distribución estrechamente relacionada con las isobatas oscilando entre 35,8 y 36,8 psu (Fig 5).

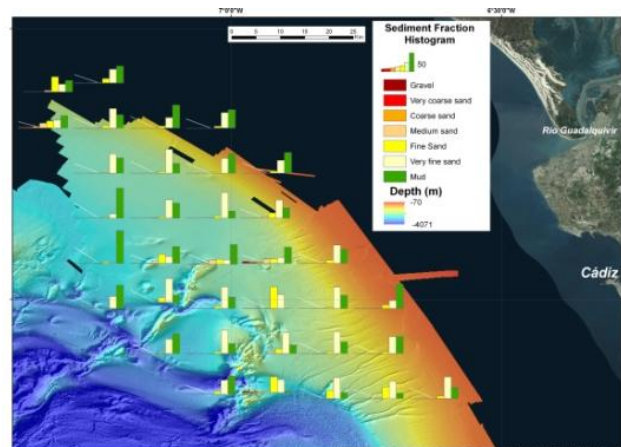


Fig. 3. Distribución espacial de la frecuencia de tamaño de grano. (Fuente mapa base: INDEMARES-chica).

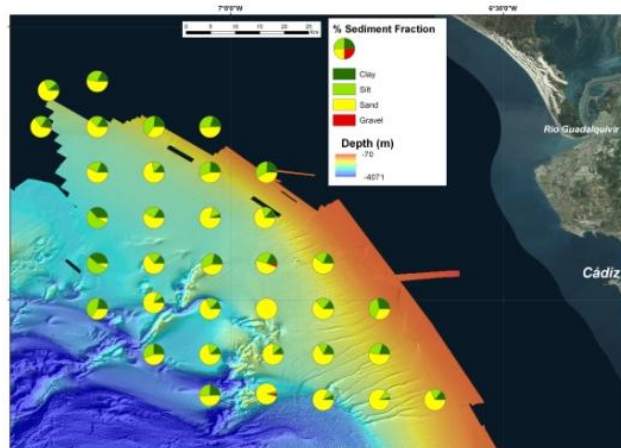


Fig. 4. Distribución espacial del porcentaje de cada fracción de sedimento la frecuencia de tamaño de grano. (Fuente mapa base: INDEMARES-chica).

El análisis de componentes principales entre la densidad de madriguera de cigala y las diferentes variables ambientales indica que las muestras se ordenan en base a 2 componentes fundamentalmente que explican casi el 65% de varianza. En base a la ordenación con respecto al primer componente (casi 40% de varianza), la densidad de madrigueras se relacionaría fundamentalmente con el % de arcilla y limo de manera positiva mientras que por el contrario se relacionaría negativamente con el % de arena. Con respecto al segundo componente (más del 25% de varianza), la densidad de madrigueras se relacionaría fundamentalmente con la profundidad y salinidad de forma positiva y de forma negativa con la temperatura.

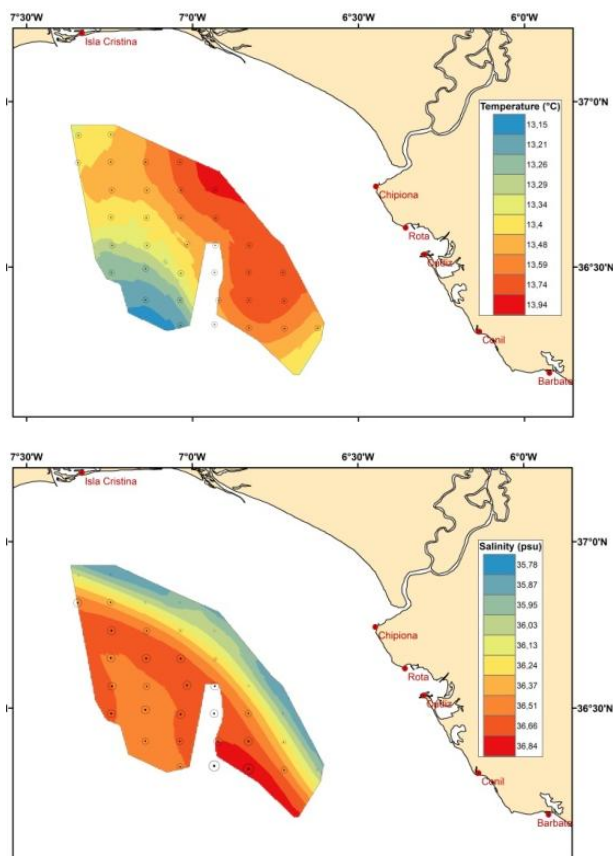


Fig. 5. Mapa de superficie de la distribución espacial de temperatura (arriba) y salinidad (abajo) en el fondo durante los transectos con el trineo.

4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran la clara relación existente entre la densidad de madrigueras de cigala y la composición de los sedimentos donde viven siendo esta variable ambiental la que limita fundamentalmente la distribución de esta especie en el golfo de Cádiz. Así, la cigala se distribuye en zonas con sedimentos poco clasificados. Las estaciones con densidad cero de cigala corresponden con fondos donde la composición está formada en mayor proporción por arena y con un elevado grado de clasificación mientras que la mayor densidad de madrigueras aparece en zonas con un alto porcentaje de arcilla y limo en proporción similar.

Agradecimientos

Este proyecto pudo ser realizado gracias a la ayuda concedida por la Fundación Biodiversidad y el Fondo Europeo de la Pesca. Agradecemos la profesionalidad de la tripulación del B/O Ángeles Alvariño y al personal de Thalassatech por su duro trabajo durante la campaña. Gracias a Cristina Barragán y a Ramón Romero por su participación en la campaña ISUNEPCA_0814 y a Luis Miguel Fernández Salas por su ayuda con los mapas de distribución espacial de sedimentos.

REFERENCIAS

- Afonso-Dias, M. (1998). Variability of *Nephrops norvegicus* (L.) populations in Scottish waters in relation to the sediment characteristics of the seabed. *PhD thesis, University of Aberdeen*, 282 pp.
- Bailey, N., Chapman, C.J., Kinnear, J.B. & Weetman, A. (1993). Estimation of *Nephrops* stocks biomass on the Fladen ground by TV survey. *ICES Document CM 1993/K:34*
- Blott, S.J. & Pye, K. (2001). Gradistat: A grain size distribution and statistics package for the analysis unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26: 1237-1248.
- Campbell, N., Allan, L., Weetman, A. & Dobby, H. (2009). Investigating the link between *Nephrops Norvegicus* burrow density and sediment composition in Scottish waters. *ICES Journal of Marine Science*. Vol 66: 2052-2059.
- Farmer, A.S.D. (1975). Synopsis of biological data on the Norway lobster *Nephrops norvegicus* (L.). *FAO Fishery Synop.*, 112:1-97.
- ICES (2007). Workshop on the use of UWTV surveys for determining abundance in *Nephrops* stocks throughout European waters. *ICES CM 2007/ACFM: 14*.
- Tully, O. & Hillis, J.P. (1995). Causes and spatial scales of variability in population structure of *Nephrops norvegicus* (L.) in the Irish Sea. *Fishery Research*, 21: 329-347.
- Folk, R.L., (1954). The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rocks. *Journal of Geology*, 62, 344-359.
- Shand, C.W. & Priestley, R., 1999. A towed sledge for benthic surveys. *Fisheries Research Services. Information Pamphlet, No 22: 8pp*
- Shepard, F.P., 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal of Sedimentary Petrology*, 24: 151-158.
- Wentworth, C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30: 377-392.